

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-166205

(P2001-166205A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 B 13/24		G 0 2 B 13/24	2 H 0 8 7
G 0 2 F 1/1335		G 0 2 F 1/1335	2 H 0 9 1
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D 9 A 0 0 1
33/12		33/12	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-351693

(22) 出願日 平成11年12月10日 (1999. 12. 10)

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72) 発明者 山本 力

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

(74) 代理人 100097984

弁理士 川野 宏

Fターム (参考) 2H087 KA06 LA03 MA05 NA02 PA10

PA16 PA20 PB13 PB14 QA02

QA07 QA12 QA22 QA26 QA37

QA41 QA45 RA41 RA48

2H091 FA26X FD01 LA11 MA07

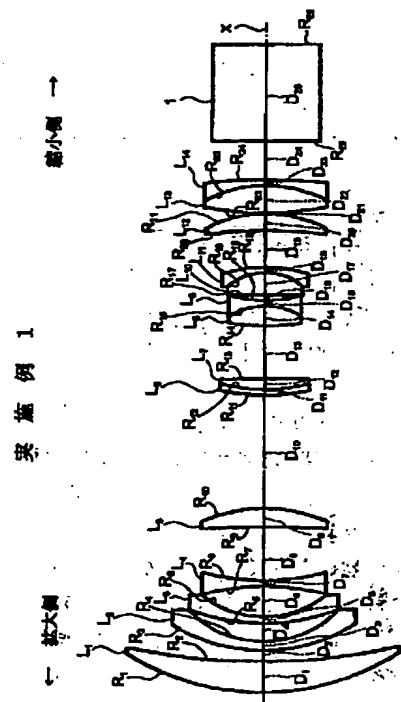
9A001 HZ23 KX54

(54) 【発明の名称】 投影レンズおよび投影プロジェクタ装置

(57) 【要約】

【目的】 負、正、正の3群により構成され、所定の各件を満足することで、色合成光学系を挿入可能ではあるが、必要以上に長くない適度なバックフォーカスとテレセントリック性を有するとともに、ディストーションと色収差の小さい良好な光学性能を有し、さらに簡単なインナーフォーカス構造を備えたコンパクトな投影レンズおよび投影プロジェクタ装置を提供する。

【構成】 拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G₁と、正の屈折力を有する第2レンズ群G₂と、正の屈折力を有する第3レンズ群G₃とを配設してなり、第1レンズ群G₁の最も縮小側に配置されたレンズL₅を光軸X上で移動させてフォーカス調整を行い、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の間隔をD_{G12}とし、全系の焦点距離をfとしたときに、 $0.8 < D_{G12}/f < 3.0$ の条件式を満足する。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群とを配設してなり、

前記第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズ部を光軸上で移動させてフォーカス調整を行い、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔を D_{G12} とし、全系の焦点距離を f としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とする投影レンズ。

$$0.8 < D_{G12} / f < 3.0 \quad \dots (1)$$

【請求項2】 請求項1記載の投影レンズにおいて、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の合成焦点距離を f_{23} としたとき、下記条件式(2)、(3)を満足することを特徴とする投影レンズ。

$$-6.0 < f_1 / f < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$1.5 < f_{23} / f < 4.0 \quad \dots (3)$$

【請求項3】 請求項2記載の投影レンズにおいて、前記第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズ部が、縮小側に凸面を向けた正の単レンズで構成されたことを特徴とする投影レンズ。

【請求項4】 請求項2または請求項3記載の投影レンズにおいて、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群による縮小側像点位置を IM_{12} とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、下記条件式(4)、(5)を満足することを特徴とする投影レンズ。

$$|f / IM_{12}| < 0.125 \quad \dots (4)$$

$$1.0 < f_3 / f < 3.5 \quad \dots (5)$$

【請求項5】 前記第3レンズ群は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとを配設してなることを特徴とする請求項4記載の投影レンズ。

【請求項6】 請求項1から5のうちいずれか1項記載の投影レンズを搭載したことを特徴とする投影プロジェクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、投影レンズに関し、特に、互いに異なる色情報を有する複数の画像を合成プリズムで合成した後、スクリーン面上に拡大投影するようにしたカラー液晶型プロジェクタに使用する投影レンズおよび投影プロジェクタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、複数の液晶画面（液晶ライトバルブ）に表示されている画像を光学的に重ね合わせて、投影レンズによりスクリーン面上に投影するようにしたカラー液晶型プロジェクタが種々提案されている。

【0003】 ここで、カラー液晶型プロジェクタの一例

2

を図4を用いて説明する。このカラー液晶型ビデオプロジェクタは、図4に示すように、光源100と、一对のレンズアレイ3A、3Bと、3原色光源を分離する第1および第2のダイクロイックミラー5、6と、コンデンサレンズ4と、第1、第2、第3および第4の全反射ミラー12、14、17、18と、3つの液晶表示パネル（赤色光用）7、（緑色光用）8、（青色光用）9と、3原色光を合成するダイクロイックプリズム10とを備え、このダイクロイックプリズム10の射出側に投影レンズ11を備えている。上記光源100はハロゲンランプ、あるいはメタルハライドランプ等の高輝度白色光源である。

【0004】 第1のダイクロイックミラー5は赤色光反射ミラーであり、また第2のダイクロイックミラー6は緑色光反射ミラーであって、各々ガラス基板上に所定の原色光をミラーとして反射する分光特性を有する誘電体多層膜からなるダイクロイック膜が施されて形成されている。

【0005】 また、3つの液晶表示パネル7、8、9は各々ツイステッド・ネマティック型等（TN型、STN型、TFT型）の液晶表示素子からなり、図示されない液晶ドライバからの対応する液晶信号に応じて映像を表示し、入射された各原色光を輝度変調する。

【0006】 さらに、ダイクロイックプリズム10は、4個の直角プリズムを接合してなり、その直交する2つの接合面には、各々赤色光反射ミラーおよび青色光反射ミラーとしての分光特性を有する誘電体多層膜からなるダイクロイック膜が施されて形成されており、赤、緑、青の3原色光を白色光の1本の光束に合成することが可能である。

【0007】 また、青色光用の系中にはフィールドレンズ20およびリレーレンズ21が配されており、また、各液晶表示パネル7、8、9の前段には各々フィールドレンズ15、16、19が配されている。

【0008】 上記した構成からなるカラー液晶型ビデオプロジェクタに使用する投影レンズ11は、合成された3原色光を所定の距離に配されたスクリーン上に投射し、このスクリーン上にフルカラー画像を拡大投影することができるように構成されている。

【0009】 この投影レンズ11には、以下のような性質が要求される。まず、クロスダイクロイックプリズム10で光を合成するため、色収差が小さく、長いバックフォーカスを有し、テレセントリックであることが必要である。また、短い投影距離で大きな投影像を得るために、投影レンズ11を広角化することが必要である。さらに、四角形の液晶表示パネル7、8、9を歪み無く投影するために、低ディストーション化することが必要である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 このように液晶表示パ

(3)

ネルを用いた投影レンズに関して、液晶表示パネルや照明系との関係でテレセントリック性を有する光学系や、色合成光学系などを挿入するために必要な長いバックフォーカスが求められてきた。また近年、カラー液晶型プロジェクタの高解像度化や高輝度化が進み、高性能で明るい投影レンズの開発が求められている。しかし、投影レンズを高解像度化し明るくしていくと、レンズの大型化も免れ難くなり、フォーカス調整を行う場合のレンズ群の移動機構も大型化してしまう。

【0011】レンズ群の一部のレンズだけを移動可能に構成して、簡易なフォーカス調整を実現したインナーフォーカス方式が一眼レフレックスカメラやビデオカメラの結像レンズの分野において知られているが、このインナーフォーカス方式を投影レンズにそのまま適用した場合、射出角度がきつく、テレセントリックとはなっていない。

【0012】したがって、このようなインナーフォーカス方式のレンズをカラー液晶型プロジェクタに用いた場合には、クロスダイクロイックプリズム10で色を合成する際に、スクリーン上で色むらが発生するという問題点があり、従来のインナーフォーカス方式のレンズを、そのままカラー液晶型ビデオプロジェクタの投影レンズとして用いることは困難である。

【0013】また、色合成光学系などを挿入するために長いバックフォーカスが求められているが、その一方でバックフォーカスが長くなり過ぎると系全体が大型化し、縮小側のレンズ径が大きくなってしまいう問題がある。

【0014】本発明は上記事情に鑑みなされたもので、色合成光学系を挿入可能であるが、必要以上に長くない適度なバックフォーカスとテレセントリック性を有するとともに、ディストーションと色収差の小さい良好な光学性能を有し、さらに簡単なインナーフォーカス構造を備えたコンパクトな投影レンズおよび投影プロジェクタ装置を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の投影レンズは、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを配設してなり、前記第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズ部を光軸上で移動させてフォーカス調整を行い、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔を D_{G12} とし、全系の焦点距離を f としたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

$$0.8 < D_{G12} / f < 3.0 \quad \dots (1)$$

【0016】上記投影レンズにおいて、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の合成焦点距離を f_{23} としたとき、下記条件式(2)、(3)を満足することが望ましい。

4

$$-6.0 < f_1 / f < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$1.5 < f_{23} / f < 4.0 \quad \dots (3)$$

【0017】また、第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズ部が、縮小側に凸面を向けた正の単レンズで構成されることが望ましい。さらに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群による縮小側像点位置を IM_{12} とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、下記条件式(4)、(5)を満足することが望ましい。

$$|f / IM_{12}| < 0.125 \quad \dots (4)$$

$$1.0 < f_3 / f < 3.5 \quad \dots (5)$$

【0018】そして、前記第3レンズ群は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとを配設してなることが望ましい。なお、上記レンズ部とは、1枚のレンズのみならず2枚以上のレンズをも意味するものである。また、本発明のプロジェクタ装置は、上述した投影レンズを搭載してなるものである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1は実施例1（実施例3も略同じ）の構成を、図2は実施例2の構成を各々示したものである。本発明の実施例に係る投影レンズは、図1、2に示すように、拡大側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 とを配設した、14枚（実施例2では13枚）のレンズ構成からなる。また、第5レンズ L_5 は、光軸X上で移動可能となっていて、この第5レンズ L_5 を光軸X上で移動させることによりフォーカス調整を行う。さらに、全系の縮小側には、フィルタブロック（色合成プリズム）1を配置してある。

【0020】このようなレンズ構成とすることにより、長いバックフォーカスとテレセントリック性を有し、ディストーションと色収差が改善される。また、第1レンズ群 G_1 の最も縮小側に配置された第5レンズ L_5 を光軸X上で移動させてフォーカス調整を行うことにより、鏡筒径が小さくなり、装置構造が単純でコンパクトとなる。

【0021】そして、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔を D_{G12} とし、全系の焦点距離を f としたとき、下記の条件式(1)を満足するように構成されている。

$$0.8 < D_{G12} / f < 3.0 \quad \dots (1)$$

上記条件式(1)において、 D_{G12} / f の値が上限を上回ると、系全体の大型化やバックフォーカスが長くなり過ぎ、縮小側のレンズ径が大きくなってしまいう。

【0022】一方、 D_{G12} / f の値が下限を下回ると、バックフォーカスが短くなって色合成光学系の挿入が難しくなったり、明るいレンズの収差補正が困難となる。そこで、上記した条件式(1)を満足することによ

(4)

5

り、色合成光学系を挿入可能であるが、必要以上に長くない適度なバックフォーカスとテレセントリック性を有するとともに、ディストーションと色収差の小さい良好な光学性能を有するものとしている。

【0023】また、第1レンズ群G₁の焦点距離をf₁とし、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の合成焦点距離をf₂₃としたとき、下記の条件式(2)(3)を満足するように構成されている。

$$-6.0 < f_1 / f < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$1.5 < f_{23} / f < 4.0 \quad \dots (3)$$

【0024】上記条件式(2)、(3)において、f₁/fやf₂₃/fの値の上限を上回ったり、下限を下回ると、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂・第3レンズ群G₃とのバランスが崩れ、適度なバックフォーカスをとったり、諸収差を補正するのが困難となる。そこで、上記した条件式(2)、(3)を満足することにより、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂・第3レンズ群G₃とのバランスをとり、適度なバックフォーカスを有するようにして、諸収差の補正を容易なものとしている。

【0025】上記した第1レンズ群G₁の最も縮小側に配置されたフォーカスレンズL₅は、縮小側に凸面を向けた正の単レンズで構成されている。このようにフォーカスレンズL₅を単レンズにすることで、系のコンパクト化を図ることができ、フォーカス移動群の軽量化により電動フォーカスにする際などのモータに対する負担を小さくでき、コストダウンにも繋がる。

【0026】また、上記した第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂による縮小側像点位置をIM₁₂とし、第3レンズ群G₃の焦点距離をf₃とすると、下記の条件式(4)、(5)を満足するように構成されている。

$$|f / IM_{12}| < 0.125 \quad \dots (4)$$

$$1.0 < f_3 / f < 3.5 \quad \dots (5)$$

【0027】上記条件式(4)、(5)において、|f/IM₁₂|やf₃/fの値の上限を上回ったり、f₃/fの値の下限を下回ると、適度なバックフォーカスをとりつつ縮小側にテレセントリックな光学系を構成することが難しくなり、系全体が大型化し、あるいは色合成光学系などが挿入できなくなったり、テレセントリック性が崩れることで画面上に色むらができてしまう。そこで、上記した条件式(4)、(5)を満足することにより、色合成光学系などを挿入しうる適度なバックフォーカスをとりつつ縮小側にテレセントリック性を有する良好な光学系を構成し、画面上の色むらを防止するとともに、系全体のコンパクト化を図っている。

【0028】上記した第2レンズ群G₂は、拡大側から順に、負レンズL₆と正レンズL₇からなる接合レンズと、凸レンズL₈と凹レンズL₉からなる接合レンズ(実施例2では絞りR₁₄と拡大側に凸面を向けた負レンズL₈)と、正レンズL₁₀と負レンズL₁₁(実施例2では正レンズL₉と負レンズL₁₀)からなる接合

6

レンズとを配設してなる。

【0029】上記した第3レンズ群G₃は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正レンズL₁₂(実施例2では正レンズL₁₁)と、正レンズL₁₃と負レンズL₁₄(実施例2では正レンズL₁₂と負レンズL₁₃)からなる接合レンズとを配設してなる。

【0030】この第3レンズ群G₃に接合レンズを配設することにより、ワイドレンズ特有の倍率色収差を補正することができる。以下、具体的な数値を用いて上記実施例1～3を説明する。

【0031】<実施例1>本発明の実施例1に係る投影レンズについて図1を用いて説明する。この実施例1では、上記した第1レンズ群G₁は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズL₁、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL₂、L₃、拡大側に強い曲率面を向けた両凹レンズL₄、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズL₅を配設してなる。

【0032】上記した第2レンズ群G₂は、拡大側から順に、拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL₆と拡大側に強い曲率面を向けた両凸レンズL₇との接合レンズ、縮小側に強い曲率面を向けた両凸レンズL₈と拡大側に強い曲率面を向けた両凹レンズL₉との接合レンズ、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズL₁₀と縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL₁₁との接合レンズを配設してなる。

【0033】上記した第3レンズ群G₃は、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正のメニスカスレンズL₁₂、縮小側に強い曲率面を向けた両凸レンズL₁₃と縮小側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL₁₄との接合レンズを配設してなる。

【0034】そして、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の間隔をD_{G12}とし、全系の焦点距離をfとすると、後述する表4に示すように、D_{G12}/fが2.06となるように設定されている。したがって、前述した条件式(1)は満足されている。

【0035】また、第1レンズ群G₁の焦点距離をf₁とし、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の合成焦点距離をf₂₃とすると、後述する表4に示すように、f₁/fが-2.70、f₂₃/fが2.91となるように設定されている。したがって、前述した条件式(2)、(3)は満足されている。

【0036】さらに、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂による縮小側像点位置をIM₁₂とし、第3レンズ群G₃の焦点距離をf₃とすると、後述する表4に示すように、|f/IM₁₂|が3.00×10⁻⁴、f₃/fが2.12となるように設定されている。したがって、前述した条件式(4)、(5)は満足されている。

【0037】以下、実施例1に係る投影レンズの各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよびア

(5)

ッペ数 ν を表1に示す。そして、この表1の下には、倍率0.013倍時のD₈およびD₁₀の間隔を示している。ただし、この表1および後述する表2、3において、各記号R、D、N、 ν に対応させた数字は拡大側から順次増加するようになっている。

【0038】

【表1】

面	R	D	N _d	ν_d
1	3.7128	0.6601	1.7923	48.8
2	9.5327	0.2037		
3	2.4834	0.1630	1.7269	55.2
4	1.5179	0.3291		
5	2.9417	0.1222	1.7725	49.6
6	1.4286	0.6699		
7	-3.3143	0.1018	1.8487	23.9
8	3.3868	0.9740		
9	-13.2042	0.3361	1.5163	64.1
10	-2.1896	2.0556		
11	3.4063	0.0937	1.5835	43.1
12	2.3421	0.1896	1.8052	25.4
13	-198.5832	0.9672		
14	3.9366	0.3613	1.7283	28.5
15	-0.9250	0.0937	1.6889	31.1
16	1.7647	0.1023		
17	-182.0326	0.4088	1.4876	70.2
18	-0.8297	0.0937	1.8467	23.9
19	-2.1482	0.6652		
20	-5.3824	0.2990	1.7130	53.9
21	-1.8421	0.0122		
22	4.5873	0.5039	1.7489	48.3
23	-1.7965	0.1018	1.8467	23.9
24	-8.1451	0.7044		
25	∞	1.7436	1.5163	64.1
26	∞			

倍率0.013倍時の間隔

8	1.0034
10	2.0281

【0039】次に、上記実施例1についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図3に示す。これら各収差図によれば、実施例1に係る投影レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかであ

8

る。

【0040】<実施例2>本発明の実施例2に係る投影レンズについて図2を用いて説明する。この実施例2に係る投影レンズは、図2に示すように、上記実施例1に係る投影レンズよりも1枚少ない13枚のレンズ構成とされており、主として、第1レンズ群G₁の最も縮小側に配置された第5レンズL₅が縮小側に強い曲率面を向けた両凸レンズとされ、第2レンズ群G₂の最も拡大側に配置された第6レンズL₆とともに接合レンズを構成する第7レンズL₇が拡大側に凸面を向けた平凸レンズとされ、第7レンズL₇と第8レンズL₈との間に絞り2が設けられ、第8レンズL₈が拡大側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとされている点で、上記実施例1のものとは異なっている。

【0041】なお、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂の間隔をD_{G12}とし、全系の焦点距離をfとすると、後述する表4に示すように、D_{G12}/fが1.54となるように設定されている。したがって、前述した条件式(1)は満足されている。

【0042】また、第1レンズ群G₁の焦点距離をf₁とし、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃の合成焦点距離をf₂₃とすると、後述する表4に示すように、f₁/fが-3.58、f₂₃/fが2.86となるように設定されている。したがって、前述した条件式(2)、(3)は満足されている。

【0043】さらに、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂による縮小側像点位置をIM₁₂とし、第3レンズ群G₃の焦点距離をf₃とすると、後述する表4に示すように、|f/IM₁₂|が6.49×10⁻²、f₃/fが1.90となるように設定されている。したがって、前述した条件式(4)、(5)は満足されている。

【0044】以下、実施例2に係る投影レンズの各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔D、各レンズのd線における屈折率Nおよびアッペ数 ν を表2に示す。そして、この表2の下には、倍率0.013倍時のD₈およびD₁₀の間隔を示している。

【0045】

【表2】

(6)

9

10

面	R	D	N_d	ν_d
1	3.9684	0.6099	1.7454	53.5
2	11.5330	0.2036		
3	2.4567	0.1629	1.6437	59.3
4	1.5029	0.3155		
5	2.8438	0.1221	1.7859	44.2
6	1.4630	0.5410		
7	-3.2741	0.1018	1.8467	23.9
8	2.7837	1.1966		
9	480.4440	0.3515	1.5163	64.1
10	-2.1739	1.5415		
11	3.6902	0.0936	1.8044	39.6
12	1.8652	0.2997	1.8052	25.4
13	117.3465	0.6992		
14	∞	0.8274 (絞り)		
15	2.9072	0.2036	1.8467	23.9
16	1.8875	0.1723		
17	-12.7493	0.3738	1.5182	58.9
18	-0.9304	0.0936	1.8201	28.2
19	-2.6965	0.4662		
20	-26.4203	0.3255	1.7859	44.2
21	-1.9952	0.0122		
22	3.3440	0.4762	1.6854	51.9
23	-2.2395	0.1018	1.8467	23.9
24	-47.8082	0.6519		
25	∞	1.7426	1.5163	64.1
26	∞			

倍率0.013倍時の間隔

8 1.2207

10 1.5174

【0046】次に、上記実施例2についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図3に示す。これら各収差図によれば、実施例2に係る投影レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

【0047】<実施例3>本発明の実施例3に係る投影レンズについて説明する。この実施例3に係る投影レンズは、上記実施例1に係る投影レンズとほぼ同様の1.4枚のレンズ構成とされているが、主として、第2レンズ群 G_2 の最も拡大側に配置された第6レンズ L_6 とともに接合レンズを構成する第7レンズ L_7 が拡大側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとされている点で上記実施例1のものとは異なっている。

【0048】なお、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔を D_{G12} とし、全系の焦点距離を f とすると、後述する表4に示すように、 D_{G12}/f が1.86となるように設定されている。したがって、前述した条件式(1)は満足されている。

【0049】また、第1レンズ群 G_1 の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 の合成焦点距離を f_{23} とすると、後述する表4に示すように、 f_1/f が-2.64、 f_{23}/f が2.85となるように設定されている。したがって、前述した条件式(2)、(3)は満足されている。

【0050】さらに、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 による縮小側像点位置を IM_{12} とし、第3レンズ群 G_3 の焦点距離を f_3 とすると、後述する表4に示すように、 $|f/IM_{12}|$ が 1.19×10^{-4} 、 f_3/f が2.16となるように設定されている。したがって、前述した条件式(4)、(5)は満足されている。

【0051】以下、実施例3に係る投影レンズの各レンズ面の曲率半径 R 、各レンズの中心厚および各レンズの空気間隔 D 、各レンズの d 線における屈折率 N およびアッベ数 ν を表3に示す。そして、この表3の下には、倍率0.013倍時の D_8 および D_{10} の間隔を示している。

【0052】

【表3】

(7)

面	R	D	N_d	v_d
1	3.7781	0.6564	1.7432	49.3
2	10.8807	0.2034		
3	2.4948	0.1627	1.6204	60.3
4	1.5099	0.3157		
5	2.8442	0.1220	1.7869	44.2
6	1.3871	0.5568		
7	-3.2376	0.1017	1.8467	23.9
8	3.2253	0.9936		
9	-8.7215	0.3552	1.5163	64.1
10	-2.0911	1.8569		
11	3.4010	0.0936	1.7620	40.1
12	2.0452	0.1827	1.8052	25.4
13	38.1392	1.0055		
14	2.7193	0.3999	1.8052	25.4
15	-1.0240	0.0936	1.7552	27.5
16	1.7858	0.1986		
17	-9.3394	0.3382	1.4875	70.2
18	-0.8469	0.0936	1.8467	23.9
19	-2.0889	0.6889		
20	-9.1991	0.2848	1.7130	53.9
21	-1.9180	0.0122		
22	3.6012	0.4882	1.8485	53.0
23	-1.8634	0.1017	1.8467	23.9
24	-8.6915	0.6775		
25	∞	1.7412	1.5163	64.1
26	∞			

倍率0.013倍時の間隔

8 1.0238

10 1.8267

【0053】次に、上記実施例3についての球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差を図3に示す。これら各収差図によれば、実施例3に係る投影レンズは良好な光学性能を維持していることが明らかである。

【0054】

【表4】

式の値

	実施例1	実施例2	実施例3
A	2.06	1.54	1.86
B	-2.70	-3.58	-2.64
C	2.91	2.86	2.85
D	3.00×10^{-4}	8.49×10^{-4}	1.19×10^{-4}
E	2.12	1.90	2.16

【0055】なお、本発明に係る投影レンズは、カラー液晶型プロジェクタに用いられるだけでなく、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)を用いたカラープロジェクタ、あるいはCCD、撮像管などの撮像素子や、銀塩フィルムなどを用いたカメラに使用される結像レンズとしても利用可能である。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように本発明の投影レンズ

12

および投影プロジェクタ装置は、第1レンズ群の最も縮小側に配置されたレンズを光軸X上で移動させることによりフォーカス調整を行い、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を D_{G12} とし、全系の焦点距離を f とした場合に、 $0.8 < D_{G12}/f < 3.0$ の条件式を満足することで、色合成光学系を挿入可能であるが、必要以上に長くない適度なバックフォーカスとテレセントリック性を有するとともに、ディストーションと色収差の小さい良好な光学性能を有するものとすることができる。

10. 【0057】また、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群と第3レンズ群の合成焦点距離を f_{23} とした場合に、 $-6.0 < f_1/f < -1.5$ の条件式および $1.5 < f_{23}/f < 4.0$ の条件式を満足することで、第1レンズ群と第2・第3レンズ群とのバランスをとり、適度なバックフォーカスを有するようにして、諸収差の補正を容易にすることができる。

20. 【0058】さらに、第1レンズ群の最も縮小側に配置されたフォーカスレンズを、縮小側に凸面を向けた正の単レンズで構成することにより、系のコンパクト化を図ることができ、またフォーカス移動群の軽量化により電動フォーカスにする際などのモータに対する負担を小さくでき、コストダウンに繋げることができる。

30. 【0059】また、第1レンズ群と第2レンズ群による縮小側像点位置を IM_{12} とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とした場合に、 $|f/IM_{12}| < 0.125$ の条件式および $1.0 < f_3/f < 3.5$ の条件式を満足することで、色合成光学系などを挿入しうる適度なバックフォーカスをとりつつ縮小側にテレセントリック性を有する良好な光学系を構成することができ、画面上の色むらを防止することができるとともに、系全体のコンパクト化を図ることができる。

【0060】さらに、第3レンズ群を、拡大側から順に、縮小側に凸面を向けた正レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとを配設して構成することにより、ワイドレンズ特有の倍率色収差を補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る投影レンズを示す断面図

【図2】本発明の実施例2に係る投影レンズを示す断面図

40. 【図3】本発明の実施例1～3に係る投影レンズの倍率0.013倍時の諸収差を示す収差図

【図4】投影レンズを搭載したカラー液晶型プロジェクタの一例を示す図

【符号の説明】

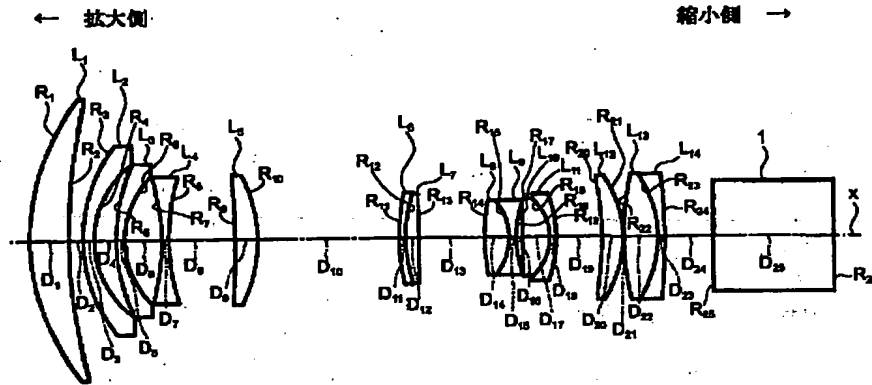
G1～G3	第1～3レンズ群
L1～L14	レンズ
D1～D25	レンズの軸上面間隔および厚さ
R1～R24	レンズの曲率半径
X	光軸

(8)

	13		14
1	フィルタブロック	7、8、9	液晶表示パネル
100	光源	10	ダイクロイックプリズム
3a、3b	レンズアレイ	11	投影レンズ
4	コンデンサレンズ	15、16、19、20	フィールドレンズ
5、6	ダイクロイックミラー	21	リレーレンズ
12、14、17、18	全反射ミラー		

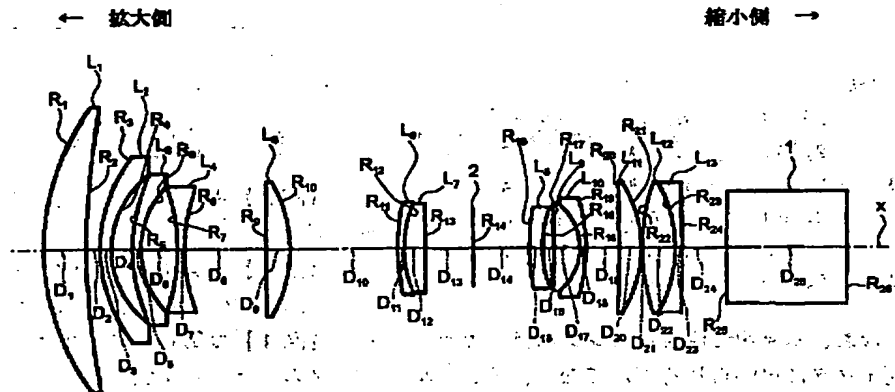
【図1】

実施例 1



【図2】

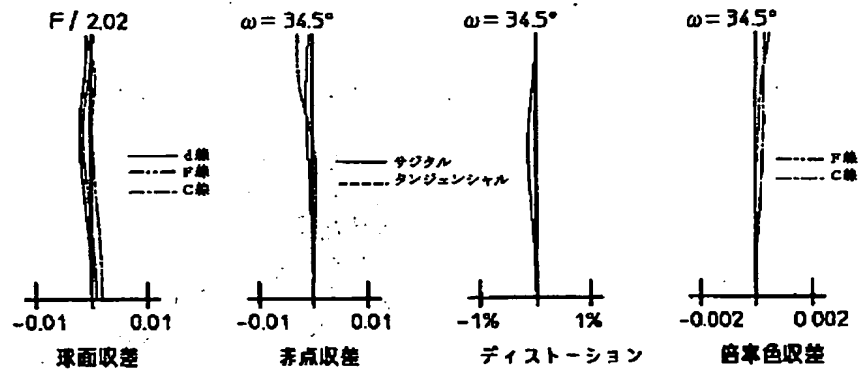
実施例 2



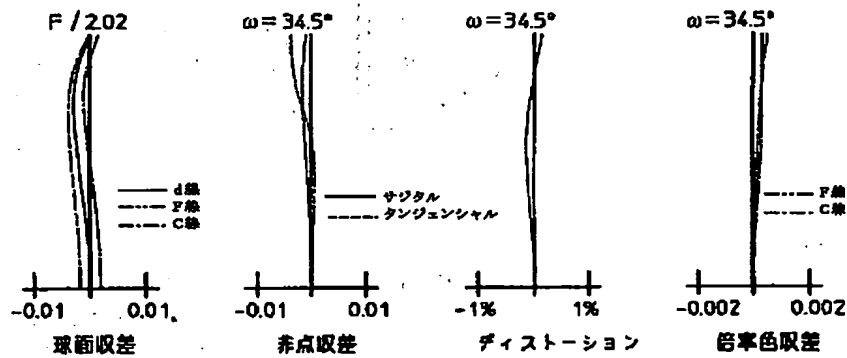
(9)

【図3】

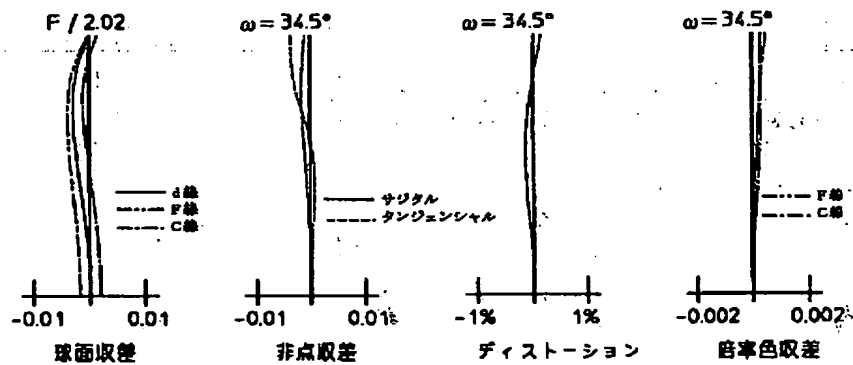
実施例 1



実施例 2



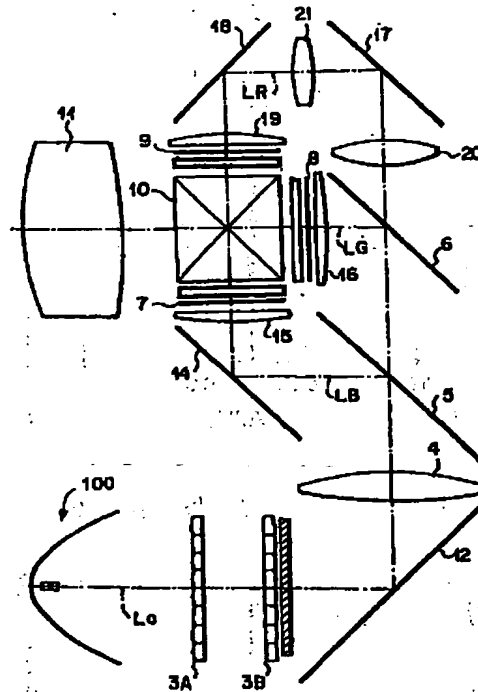
実施例 3



BEST AVAILABLE COPY

(10)

【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成11年12月16日(1999.12.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように液晶表示パネルを用いた投影レンズに関して、液晶表示パネルや照

明系との関係でテレセントリック性を有する光学系や、色合成光学系などを挿入するために必要な長いバックフォーカスが求められてきた(例えば特開平10-260346号公報参照)。また近年、カラー液晶型プロジェクタの高解像度化や高輝度化が進み、高性能で明るい投影レンズの開発が求められている。しかし、投影レンズを高解像度化し明るくしていくと、レンズの大型化も免れ難くなり、フォーカス調整を行う場合のレンズ群の移動機構も大型化してしまう。